

INXALYGAZN OPTICAL EMITTERS FABRICATED VIA SUBSTRATE REMOVAL

Patent Number: ☐ US2001042866
Publication date: 2001-11-22
Inventor(s): COMAN CARRIE CARTER (US); KISH FRED A (US); MARTIN PAUL S (US); KRAMES MICHAEL R (US)
Applicant(s):
Requested Patent: ☐ JP2000228537
Application Number: US19990245503 19990205
Priority Number(s): US19990245503 19990205
IPC Classification: H01L33/00; H01L21/00
EC Classification: H01S5/183, H01L33/00B4B, H01L33/00C4D3C
Equivalents: CN1262528, ☐ DE10000088, ☐ GB2346478, KR2000057891, TW441137

Abstract

Devices and techniques for fabricating InAlGa_N light-emitting devices are described that result from the removal of light-emitting layers from the sapphire growth substrate. In several embodiments, techniques for fabricating a vertical InAlGa_N light-emitting diode structure that result in improved performance and or cost-effectiveness are described. Furthermore, metal bonding, substrate liftoff, and a novel RIE device separation technique are employed to efficiently produce vertical GaN LEDs on a substrate chosen for its thermal conductivity and ease of fabrication

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-228537
(P2000-228537A)

(43)公開日 平成12年8月15日(2000.8.15)

(51)IntCl.
H 0 1 L 33/00

識別記号

F I
H 0 1 L 33/00

特許庁(参考)
C

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2000-23885(P2000-23885)
(22)出願日 平成12年2月1日(2000.2.1)
(31)優先権主張番号 245503
(32)優先日 平成11年2月5日(1999.2.5)
(33)優先権主張国 米国 (US)

(71)出願人 399117121
アジレント・テクノロジーズ・インク
AGILENT TECHNOLOGIE
S, INC.
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアル
ト ページ・ミル・ロード 395
(72)発明者 キャリー・カーター・コマン
アメリカ合衆国カリフォルニア州サンノゼ
バレイ・スクエア・レイン 3301
(74)代理人 100105913
弁理士 加藤 公久

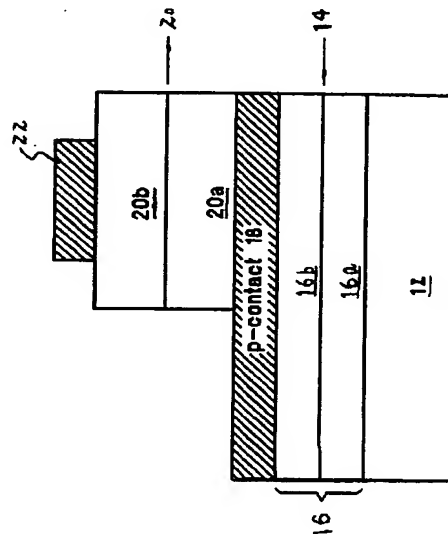
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 InXAlYGaN発光素子及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】InAlGa_N発光素子製造の際に、比較的単純な方法で基板の除去を行う。

【解決手段】InAlGa_N発光素子(20)は、サファイア等の除去できる成長基板(30)上に成長される。反射性のオーム接触部(18)はそのp型InAlGa_N層(20a)上に形成される。その後InAlGa_N構造体を、InAlGa_N発光層(20)とホスト基板(12)との間に挟まるボンディング層(16)の手段によりホスト基板(20)へとボンディングする。ボンディング層は、InAlGa_N素子層側に設けられる第1のボンディング層(16a)と、ホスト基板(12)側に設けられる第2のボンディング層(16b)とを含む。ボンディングの後、サファイア成長基板(30)は、基板除去技術を使って除去され、その後それらのInAlGa_N層がパターンニング及びエッチングされて電流注入型発光素子が完成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】ホスト基板と；該ホスト基板に近接して第1及び第2の極性の素子層を含む前記InAlGa_N発光構造体と；該InAlGa_N発光構造体の一面の第1の素子接触部と；前記ホスト基板と前記InAlGa_N発光構造体との間に挟まるウエハボンディング層と；そして前記InAlGa_N発光構造体の他面に電氣的に接続され、前記ウエハボンディング層中に位置する第2の素子接触部とを含むInAlGa_N発光素子。

【請求項2】前記第2の素子接触部が、銀を50%以上含有することを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項3】前記第2の素子接触部が、アルミニウムを50%以上含有することを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項4】前記ホスト基板が、金属及び半導体を含む群から選択されることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項5】前記ホスト基板が、シリコン、ゲルマニウム、ガラス、銅及びヒ化ガリウムを含む群から選択されることを特徴とする請求項4に記載の発光素子。

【請求項6】前記ホスト基板が半導体であり、前記ホスト基板の上面に第1の基板オーム接触部が設けられたことを特徴とする請求項4に記載の発光素子。

【請求項7】前記ホスト基板の底面に電氣的に接続する第2の基板オーム接触部を更に含むことを特徴とする請求項6に記載の発光素子。

【請求項8】前記InAlGa_N発光構造体の2つの反対側の側面に配した一対の研磨ミラーを更に含み、端発光レーザを形成したことを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項9】前記InAlGa_N発光構造体の上面に設けた第1の誘電ブラグリフレクタミラーと；そしてInAlGa_N発光構造体の底面に隣接してウエハボンディング層中に設けた第2の誘電体ブラグリフレクタミラーとを更に含むことを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項10】第1及び第2の極性の素子層を持つInAlGa_N発光構造体を成長基板上に成長させる工程と；第1のオーム金属層をInAlGa_N発光構造体の露出面に形成する工程と；第2のオーム金属層をホスト基板上に形成する工程と；そして第1及び第2のオーム金属層をウエハボンディングして第1の電気接触をウエハボンディング界面中に形成する工程とを含むことを特徴とする垂直導電性InAlGa_N発光素子製造方法。

【請求項11】第1のオーム金属層が銀、ニッケル、アルミニウム、金及びコバルトを含む群から選択されることを特徴とする請求項10に記載の製造方法。

【請求項12】成長基板を除去する工程と；そしてInAlGa_N発光構造体の新たに露出した面に第2の電気接触を作る工程とを更に含むことを特徴とする請求項1

0に記載の製造方法。

【請求項13】InAlGa_N発光構造体を通して、所望の素子サイズに対応するメサをエッチングする工程を更に含むことを特徴とする請求項12に記載の製造方法。

【請求項14】ホスト基板を分割する工程を更に含むことを特徴とする請求項13に記載の製造方法。

【請求項15】InAlGa_N発光構造体を成長させる工程が、成長基板上に50ミクロンを越える厚みを持つInAlGa_N膜を成長させる工程を含むことを特徴とする請求項10に記載の製造方法。

【請求項16】ホスト基板が、金属及び半導体を含む群から選択されることを特徴とする請求項10に記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般的には半導体発光素子の分野に関し、より具体的には高効率でコスト効率の良いInAlGa_N装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明の解決すべき課題】サファイアはそのエピタキシャル成長工程の高温アンモニア雰囲気中における安定性の為、高効率のInAlGa_N発光素子を成長させる為の基板として望ましいものであることは実証されている。しかしながら、サファイアは熱伝導率が悪い絶縁体であり、これにより素子は通常とは異なる非効率なデザインとなってしまう。サファイア上に成長させた代表的なLED構造は上面に2つの電気接触部と、そのp型接触部上に電流を広げる為の半透明の金属層とを有する。これは接触部を半導体装置の上面に1つ、そして底面に1つ設けた、GaAs又はGaPのような導電体基板上に形成したLEDにおける通常の縦型構造の電流の流れとは対照的である。サファイアLED上の上面の2つの接触部は装置の有効発光面積を狭めてしまうのである。

【0003】更に、p型InAlGa_N層の低い導電率の為にp型半導体層上に電流を拡散する半透明の金属層を必要とする。サファイアの屈折率（約1.7）も、その上に形成するInAlGa_N層（屈折率は約2.2乃至2.6）より低い。結果的に、この屈折率の不一致（サファイアの方が低い）により、吸収性の半透明p型側電流拡散メタライゼーション（金属層）とサファイアとの間に光の導波作用が生じる。この結果、市販のInAlGa_N装置においては、生じた光の10乃至70%が半透明金属層により吸収されてしまうことになる。

【0004】ウエハボンディングは、直接ボンディング及びメタルボンディングの2つの基本的カテゴリーに分類することが出来る。直接ボンディングにおいては、2枚のウエハを融解し、ボンディング界面に加わる重量を

利用して接合する。直接ウエハボンディングは半導体、酸化物及び誘電体材料のいずれの組み合わせであっても実行可能である。これは通常は高温 ($>400^{\circ}\text{C}$) の一軸圧力下で行われる。好適な直接ウエハボンディング技術がKishi等による米国特許第5,502,316号に記述されている。メタルボンディングにおいては、金属層をボンディングする2枚の基板の間に形成して接合する。この金属層は能動素子、基板又はその両方のいずれかに対するオーム接触として働くようにしても良い。メタルボンディングの一例が、超小型・光電子産業において素子を基板へと逆に接着する為に採用されているフリップチップボンディングである。フリップチップボンディングは素子の放熱性を改善する為に採用されているが、基板の除去は素子の構造に依存し、また、メタルボンディング層として従来から条件とされるのは、導電性と機械的強度のみである。

【0005】垂直共振器型光電素子構造は、ドーピングされているか、ドーピングされていない、或はpn接合を含んだ閉じ込め層に挟まれた発光層により形成される活性領域から構成されるものと定義される。また、この構造には発光層に対して垂直の方向にファブリーペロー共振器を形成する反射ミラーが少なくとも1つ含まれる。 $\text{GaN}/\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_z\text{N}/\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($x+y+z=0.5$) 材料系において垂直共振器型光電素子構造を製作すると、他のIII-V族材料系とは異なる問題が生じる。高い光学品質を持つ $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_z\text{N}$ 構造を作ることが難しいのである。 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_z\text{N}$ 素子の主な問題は電流の広がりである。p型材料中における縦の電流の広がり、n型材料におけるそれよりも最高で30倍も小さい。更に、基板の低熱伝導率の為に最適な放熱を行うには素子のp型側を下にして取り付けなければならない、素子のデザインがより複雑になってしまう。

【0006】垂直共振器型光電素子構造の1つ (例えば垂直共振器型面発光レーザ又はVCSEL) は、反射率が例えば99.5%といった高品質なミラーを必要とする。高品質ミラーを実現する為の一手法は、半導体成長技術を利用したものである。VCSELに好適な分布反射器 (DBR: Distributed Bragg Reflector) に必要とされる高い反射率 ($>99\%$) に到達するには、クラックやドーパントの混入等、半導体 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_z\text{N}$ DBRを成長させる為の材料に関する深刻な問題がある。これらのミラーには、インジウム・アルミニウム・ガリウム窒化物 ($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_z\text{N}/\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_z\text{N}$) 構成体の交互の周期/層を数多く必要とする。誘電体DBR (D-DBR) は、半導体DBRとは対照的に $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_z\text{N}$ 系によるスペクトル領域幅において99%を超える反射率を持たせることが比較的容易に出来る。これらのミラーは代表的には蒸着又はスパッタリング技術により形成されるが、分子線エピタ

キシ法 (MBE) 及び有機金属化学気相蒸着法 (MOCVD) を利用しても良い。しかしながら、ホスト基板を除去しない限りはD-DBRの形成は活性領域の1面のみにしか行うことが出来ない。もし、D-DBRを $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_z\text{N}$ 活性領域の両面にボンディング或は堆積することがかなえば、垂直共振器型光電素子構造体の作製はかなり容易になるであろう。

【0007】Dudley等による「Low threshold, wafer fused long wavelength vertical cavity lasers」(Applied Physics Letters, Vol. 64, No. 12, 1994, pp1463-1465) には、 AlAs/GaAs 半導体DBRを垂直共振器型構造の一面に直接ボンディングする方法が記述されている。一方で、 AlAs/GaAs 間の大きな屈折率差を利用する為に InGaAsP VCSELの両面に直接ウエハボンディングした半導体DBRが、Babic等による「Room-Temperature Continuous-Wave Operation of 1.430 μm Vertical-Cavity Lasers」(IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 7, No. 11, 1995年11月) に示されている。以下にも説明するが、D-DBRの $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_z\text{N}$ へのウエハボンディングは半導体-半導体ウエハボンディングよりもかなり複雑であり、従来技術においては知られていなかった。

【0008】Chua等による「Dielectrically-Bonded Long Wavelength Vertical Cavity Laser on GaAs Substrates Using Strain-Compensated Multiple Quantum Wells」(IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 5, No. 12, 1994年12月) には、スピンオンガラス層の手段により InGaAsP レーザに接着した AlAs/GaAs 半導体DBRが開示されている。VCSELにおける活性層とDBRとのボンディング用の材料としては、スピンオンガラスは好適ではなく、これはスピンオンガラスの正確な厚さを制御することが困難である為にVCSEL共振器に必要とされる明確な層制御が出来ないからである。加えて、スピンオンガラスの特性が不均質である場合もあり、これにより空洞中で散乱や他の損失が生じてしまう。

【0009】VCSELに適した反射率 (例えば $>99\%$) を $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ の半導体DBRミラーの対に持たせるように光学ミラー成長を図ることは困難である。反射率の理論上の計算では、必要とされる高屈折率を得るには低屈折率の $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層のAl組成比を増大させること、及び/又はより多くの層周期を含ま

せることによってのみ得ることが出来る高い屈折率コントラストが必要であることが示唆されている(材料特性はAmbacher等による「MRS Internet Journal of Nitride Semiconductor Research」、2(22)1997から得た)。これらの手法ではいずれも非常な困難を生じることになる。電流がDBR層を通じて運ばれる場合、DBRは導電性であることが必要である。充分な導電率を持たせるには、 $Al_xGa_{1-x}N$ 層は適切にドーピングされていなければならない。Si(n型)のドーピングの場合はAl組成比を50%未満にまで、そしてMg(p型)のドーピングの場合は17%未満にまで減じない限りは、ドーパントの混入は不十分なのである。しかしながら、低Al組成比の層を使って充分な反射率を得る為に必要な数の層周期にすると、 $Al_xGa_{1-x}N$ 材料全体の厚みが大きくなりすぎるを得ず、エピタキシャル層のクラックの危険性を増大させ、組成の制御性を悪くしてしまうのである。実際、図1の $Al_{0.30}Ga_{0.70}N/GaN$ のスタック構造は既に最高2.5 μm もの厚みとなっており、しかもVCSELに充分と言える反射率からは程遠いのである。従って、この層の対を使って高い反射率のDBRを得るには、全体の厚みを2.5 μm に比べて大幅に越えるものとしなければならず、AlN及びGaN成長温度が異なる条件下では信頼に足る成長を行うことは困難なのである。層がドーピングされておらず、クラックが大きな問題にはならない場合であっても、高反射率を持つDBRの成長には組成制御及びAlN/GaN成長温度がここでも大きな困難の種となる。従って、DBRが電流を流す必要が無い場合においても、 $In_xAl_yGa_zN$ 材料系における99%を超える反射率のミラースタック構造は、未だ実現されていないのである。この理由によって誘電体を使用するDBRミラーが好まれるのである。

【0010】半導体素子は、一度に数千〜数万個単位でウエハ上に作製される。パッケージングを行う前に、ウエハを独立したダイにダイシングしなければならない。サファイアが成長基板として使われた場合、サファイア基板を削ったりダイシングしなければならない。サファイアの持つ硬度及び六角形の結晶構造により、ダイシング処理は難しく、費用もかさむ。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明において、InAlGaN発光素子を製造する為の装置及び技術を開示するが、これはサファイア成長基板から発光層を取り除くことにより得られるものである。幾つかの実施形態においては、改善されたパフォーマンスとコスト効率を提供する垂直型InAlGaN発光ダイオード構造について説明する。更に、熱伝導率及び製造の容易性を基準に選択した基板上に垂直共振器型GaN系LED又は垂直共振器型面発光レーザー(VCSEL)を効率良く作製する

為に、メタルボンディング、基板リフトオフ技術及び新規のRIE(反応性イオンエッチング)素子分離技術を採用している。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明は、InAlGaN発光素子層へのオーム接触が、InAlGaN素子層の両面(頂面及び底面)に設けられることを特徴とする素子として形成される、垂直導電型InAlGaN発光素子、及びその製造方法に関する。

【0013】本発明に基づく1つの好適な構造を図1に示す。まず、InAlGaN発光素子(20)を、サファイア等の除去できる成長基板(30)上に成長させる。この構造はp型層(20a)が露出するように成長させる。反射性のオーム接触部(18)はそのp型InAlGaN層(20a)上に形成される。その後InAlGaN構造体を、InAlGaN発光層(20)とホスト基板(12)との間に挟まるボンディング層(16)の手段によりホスト基板(20)へとボンディングする。ボンディング層(16)の材料は機械的に強い接着性と導電性を持つものを選択する。一般的にボンディング層には、InAlGaN素子層側に設けられる第1のボンディング層(16a)と、ホスト基板側に設けられる第2のボンディング層(16b)とを含む複数の層が含まれる。ボンディング層(16)の形成には、電子ビーム蒸着やスパッタリング、電気めっき法等の従来より周知のいずれの手段を利用しても良い。ボンディングの後、除去用サファイア成長基板(30)は、従来技術において既知の数ある基板除去技術のうちの1つ(除去用基板をレーザ融解、機械的研磨、又は化学エッチングする等)を使って除去される。その後それらのInAlGaN層をパターニング及びエッチングし、接続構造を設けて電流注入型発光素子が完成する。ボンディング層は、低抵抗の電流拡散層、p型InAlGaN層へのオーム接触部、そしてホスト基板への接着層としての役割を果たす。

【0014】他の実施形態を図2に示す。図1と同様に、InAlGaN発光素子層を除去用基板(30)上に成長させ、反射性のオーム接触部(18)を露出したp型層(20a)上に形成する。次に、InAlGaN構造体(20及び18)をボンディング層(16)を介して導電性のホスト基板(12)へとボンディングする。この基板は半導体、誘電体又は金属でも良い。これが半導体基板である場合、ボンディング層は基板のオーム接触層(24a)に隣接して、或はそのオーム接触層から構成することが必要である。他方のオーム接触層(24b)は、基板のボンディングされた界面(14)とは反対側に設ける。ホスト基板(12)をボンディングした後、除去用成長基板を取り去り、n型のオーム接触部(22)をn型InAlGaN層に設ける。この結果、垂直方向に導電性を有するInAlGaN発光素子

が完成する。この素子は、半導体又は金属ホスト基板の低抵抗率により優れた電流拡散を示し、これにより低い順電圧及び高い光電変換効率が得られるものである。加えて、素子の頂面にはオーム接触が1つしか無い為、そして素子への他方のオーム接触部を製造する過程において素子の活性領域は全く除去されることがない為、その有効な活性部分の面積は、現在市場に流通する素子で40%未満であるのに対して75%を越え、その活性領域部分が遮断されずに発光するように維持されている。

【0015】他の実施形態を図3に示す。この場合、p型InAlGa_N層(20a)に対してp型側のオーム接触部(18)に加えてDBRミラースタック構造(26a)が形成されている。ミラースタック構造は、誘電体、半導体及び金属のうちの1つ以上の材料から構成されたもので良い。この構造体は、ボンディング層(16)を介してホスト基板(12)へとボンディングされるが、ボンディング層(16)はホスト基板(12)への接着と、そしてp型側のオーム接触部(18)金属への電気接続を提供する。ボンディング層(16)の材料及び厚みは、ホスト基板への接着処理の間にDBRミラースタック構造の反射率を損なわないように選択されなければならない。除去用成長基板(30)を除去した後、第2のDBRミラースタック構造(26b)が、InAlGa_N垂直共振器型光電素子構造体の第1のミラースタック構造(26a)とは反対側に形成される。この任意選択により設ける第2のミラースタック構造(26b)はパターン化され及びエッチングされてn型オーム接触部(22)用の面積を作る。垂直共振器型面発光レーザのためには、ミラーには非常に高い反射率(>99%)を持たせなければならない。共振器キャビティLEDでは、ミラーの反射率条件は>60%と緩和される。垂直導電性を有する素子には、第1及び第2の基板オーム接触部(24a、24b)が設けられる。

【0016】好適なInAlGa_N発光素子製造方法を図4に示す。図4(a)は、成長基板(30)上に成長したInAlGa_N発光層(20a、20b)を示し、p型InAlGa_N層の頂面には反射性の銀のオーム接触部(18)が設けられている。p型のオーム接触部には銀が好ましく、これは銀がInAlGa_N発光素子から放射される代表的な光の波長に対する高い反射率を有し、p型InAlGa_Nに対する低い接触抵抗を持つ為である。他の例示によれば、InAlGa_N層を、サファイア成長基板から最も遠い層がn型となるように形成した素子の場合、オーム性金属としてはアルミニウムが優れた選択肢であるが、これはアルミニウムがInAlGa_N素子から放射される典型的な光の可視波長領域における高い反射率を持ち、n型InAlGa_Nに対して優れたオーム接触部を作る為である。素子構造体上に示されているのは、垂直方向の導電性を助長する為に第1及び第2のオーム接触部を設けた低抵抗のホスト基板

(12)である。ボンディング層(16a)は第1の基板オーム接触上に設けても良い。第2のボンディング層(16)は任意選択によりp型側のオーム接触部(18)上に設けられ、後の工程で機械的強度の高い金属ウエハボンディングが促進されるようにしても良い。図4(b)においては、ホスト基板がボンディング層を介してInAlGa_N層にウエハボンディングされている。図4(c)においては、成長基板(30)は除去されており、n型InAlGa_N層に対するオーム接触部(22)が設けられている。その後InAlGa_N層を通してエッチングしてメサ構造(32)が形成され、個々の素子の活性領域が画定される。図4(d)においては、ホスト基板をダイシングして個々のInAlGa_N発光素子に分割する。シリコンは非常に小さなチップに削ったり切断したりすることが容易であり、また他の一般的な基板と比較して電気抵抗が低く、熱伝導率が良い為、ホスト基板として推奨される。この方法により、InAlGa_N素子を容易にダイシングすることが出来、サファイアをダイシングする場合に生じる問題を回避することが出来るのである。また更に、成長基板を除去した後ではなく、ホスト基板に接着する前にメサ部をエッチングすることが可能である。

【0017】本発明を上記した実施形態に即して説明すると、本発明は、ホスト基板(12)と、該ホスト基板(12)に近接して第1及び第2の極性の素子層を含む前記InAlGa_N発光構造体(20)と、該InAlGa_N発光構造体(20)の上面の第1の素子接触部(22)と、前記ホスト基板(12)と前記InAlGa_N発光構造体(20)との間に挟まるウエハボンディング層(16)と、そして前記InAlGa_N発光構造体(20)の底面に電気的に接続され、前記ウエハボンディング層中に位置する第2の素子接触部(18)とを含むInAlGa_N発光素子を提供する。

【0018】好ましくは、前記第2の素子接触部(18)が、銀を50%以上含有する。

【0019】好ましくは、前記第2の素子接触部(18)が、アルミニウムを50%以上含有する。

【0020】好ましくは、前記ホスト基板(12)が、金属及び半導体を含む群から選択される。

【0021】好ましくは、前記ホスト基板(12)が、シリコン、ゲルマニウム、ガラス、銅及びヒ化ガリウムを含む群から選択されることを特徴とする請求項4に記載の発光素子。

【0022】好ましくは、前記ホスト基板(12)が半導体であり、前記ホスト基板(12)の上面に第1の基板オーム接触部(24a)が設けられる。

【0023】好ましくは、前記ホスト基板の底面に電気的に接続する第2の基板オーム接触部(24b)を更に含む。

【0024】好ましくは、前記InAlGa_N発光構造

体の2つの反対側の側面に配した一対の研磨ミラーを更に含み、端発光レーザを形成する。

【0025】好ましくは、前記InAlGa_N発光構造体の上面に設けた第1の誘電ブラグリフレクタミラー(26a)と、そしてInAlGa_N発光構造体の底面に隣接してウエハボンディング層中に設けた第2の誘電体ブラグリフレクタミラー(26b)とを更に含む。

【0026】更に本発明は、第1及び第2の極性の素子層を持つInAlGa_N発光構造体を成長基板上に成長させる工程と、第1のオーム金属層をInAlGa_N発光構造体の露出面に形成する工程と、第2のオーム金属層を宿主基板上に形成する工程と、そして第1及び第2のオーム金属層をウエハボンディングして第1の電気接触をウエハボンディング界面中に形成する工程とを含むことを特徴とする垂直導電性InAlGa_N発光素子製造方法を提供する。

【0027】好ましくは、第1のオーム金属層が銀、ニッケル、アルミニウム、金及びコバルトを含む群から選択される。

【0028】好ましくは、成長基板を除去する工程と、そしてInAlGa_N発光構造体の新たに露出した面に第2の電気接触を作る工程とを更に含む。

【0029】好ましくは、InAlGa_N発光構造体を通して、所望の素子サイズに対応するメサをエッチングする工程を更に含む。

【0030】好ましくは、宿主基板を分割する工程を更に含む。

【0031】好ましくは、InAlGa_N発光構造体を成長させる工程が、成長基板上に50ミクロンを越える厚みを持つInAlGa_N膜を成長させる工程を含む。

【0032】好ましくは、宿主基板が、金属及び半導体を含む群から選択される。

【図面の簡単な説明】

【図1】ボンディング層がInAlGa_Nヘテロ構造体のオーム接触層でもあり宿主基板への接着層でもある層から成ることを特徴とするInAlGa_N発光素子の実施形態を示す図である。

【図2】ボンディング層がInAlGa_Nヘテロ構造体のオーム接触層でもあり導電性宿主基板のオーム接触層でもある層から成ることを特徴とするInAlGa_N発光素子の実施形態を示す図である。

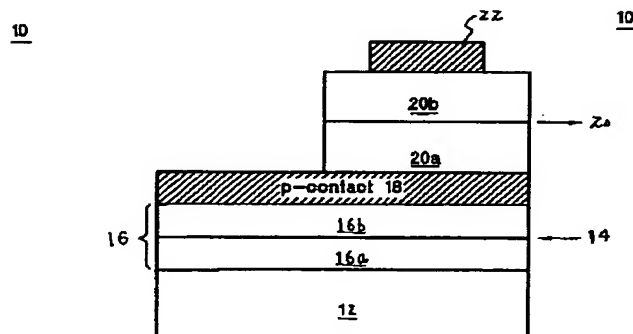
【図3】垂直共振器型素子を形成する為に分布型反射器(DBR)ミラースタック構造を発光層の反対面に設けたInAlGa_N発光素子の実施例を示す図であり、ボンディング層はInAlGa_Nヘテロ構造体のオーム接触層でもあり導電性宿主基板のオーム接触層でもある層から成るよう示される。

【図4】InAlGa_N発光素子の推奨されるダイシング方法の実施形態を示す図であり、図4(a)においては、InAlGa_N層がサファイア基板上に形成され、オーム接触及びボンディング層でコーティングされている。図4(b)においては、サファイア基板を除去する前に宿主基板がInAlGa_N層にボンディングされる。図4(c)においては、InAlGa_N素子がInAlGa_N素子を通してのエッチングで形成されたメサ部により画定される。図4(d)においては、宿主基板をダイシングすることにより素子が最終的に分割される。

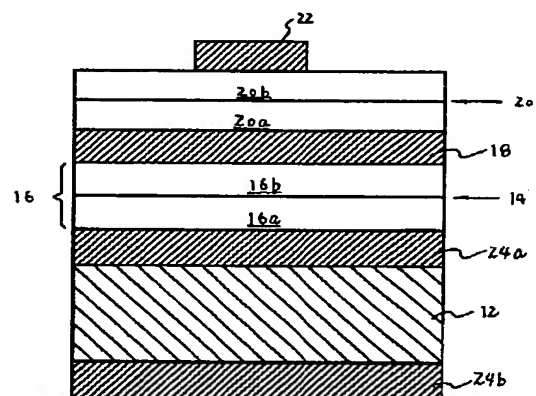
【符号の説明】

12	宿主基板
16a、16b	ウエハボンディング層
18	素子接触部
20	AlInGa _N 発光構造体
22	素子接触部

【図1】

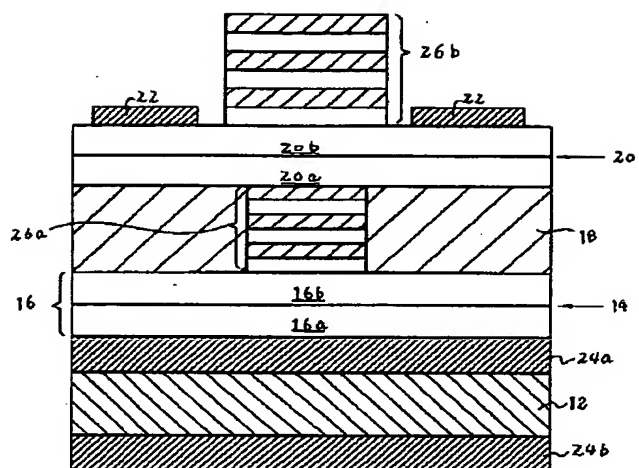


【図3】

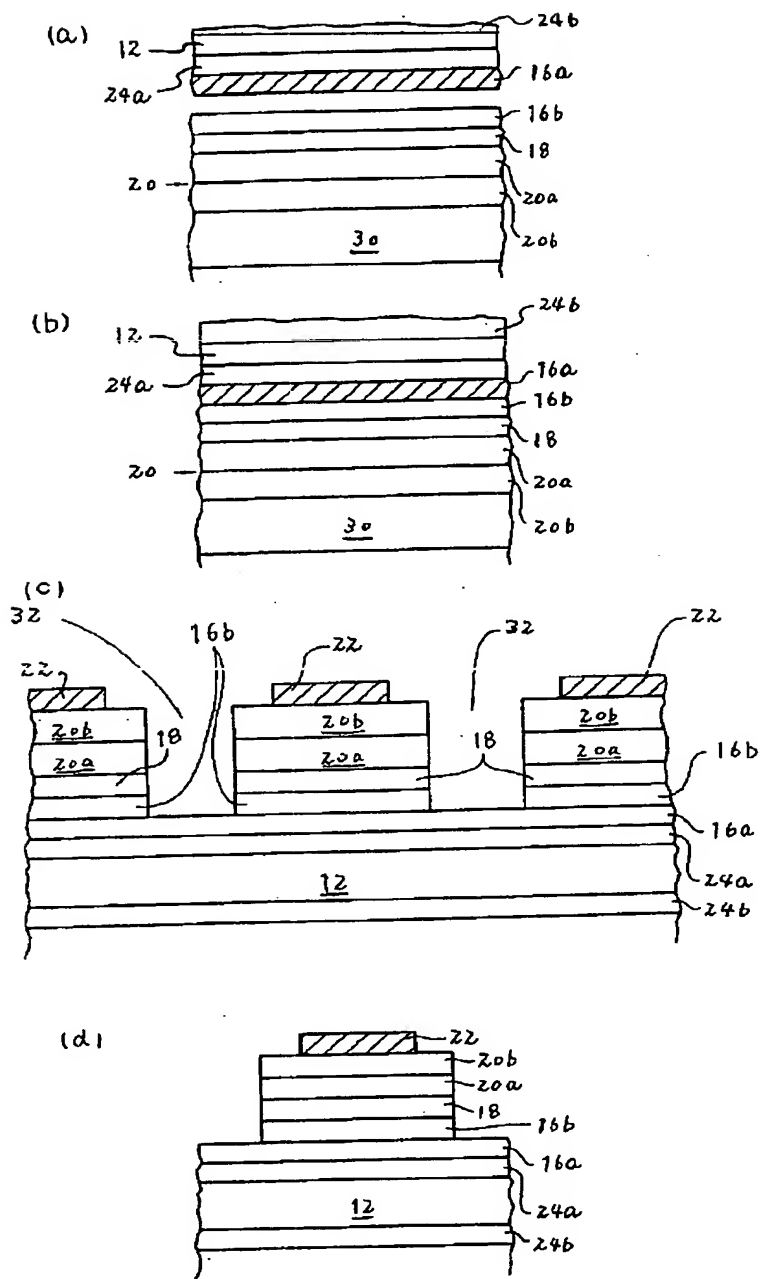


【図2】

10



【図4】



フロントページの続き

(71)出願人 399117121

395 Page Mill Road P
alo Alto, California
U. S. A.

(72)発明者 フレッド・エイ・キッシュ, ジュニア
アメリカ合衆国カリフォルニア州サンノゼ
ニューゲイト・コート 5815

(72)発明者 マイケル・アール・クレイムス

アメリカ合衆国カリフォルニア州マウンテ
ンビュー フロント・レイン 550

(72)発明者 ボール・エス・マーティン

アメリカ合衆国カリフォルニア州ブリーザ
ントン フェアオークス・ドライブ 7665